



ESTUDO DE RECUPERAÇÃO DE ZINCO DAS BARRAGENS DE REJEITO DE VAZANTE

DEMUNER, L.R.¹, BECHIR, J.L.C.², SOUZA, A. D.²;
PINA, P.², METSAVAHT, V.², ROCHA, V.²,

¹WCA, Gerência de Tecnologia, Unidade Vazante

²NEXA RESOURCES, Gerência de Tecnologia, Unidade Vazante

RESUMO

Com redução do teor de zinco da mina de Vazante ao longo dos anos surge a necessidade de buscar novas alternativas para o aproveitamento de minérios de baixos teores. Este fato aliado ao desenvolvimento sustentável, têm estimulado estudos para recuperar metais provenientes de barragens de rejeito de Vazante. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo de caracterizar o material presente nas barragens de rejeito de Vazante e estudar possíveis rotas de processo para recuperar o zinco dessas barragens. Em termos de desempenho de processo, a melhor condição para recuperar o rejeito da barragem Aroeira foi realizando uma etapa de moagem antes da etapa de flotação. Com isso obteve-se um concentrado final com teor de 28.9% de Zn e 78.9% de recuperação metalúrgica. Para a barragem Antiga o melhor resultado de flotação foi obtido retirando a fração abaixo de 0.074mm. Dessa forma foi possível obter um concentrado final com teor de 36.3% de zinco e uma recuperação metalúrgica de 56.6%. Entretanto, quando se avalia a recuperação global dessa condição tem-se uma recuperação metalúrgica de 20%, indicando que remover os finos e ultrafinos eleva o desempenho da flotação, mas reduz o aproveitamento do material.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento de rejeito, zinco, flotação.

ABSTRACT

With the reduction of the zinc content of the Vazante mine over the years, there is a need to seek new alternatives for the use of low-grade ores. This fact allied to sustainable development, has stimulated studies to recover metals from Vazante tailings dams. Therefore this work had as objective to characterize the material present in the tailings dams of Vazante, Antiga and Aroeira, and also to study possible process routes to recover the zinc from these dams. In terms of process performance, the best condition to recover the Aroeira dam was to making a grinding before the flotation step. Thus it was possible to obtain a final concentrate with grade of 28.9% of Zn and 78.9% of metallurgical recovery. For the Antiga dam the best flotation result was obtained by removing particles of size below 0.074mm. In this way it was possible to obtain a concentrate with a 36.3% zinc content and a metallurgical recovery of 56.6%. However, evaluating the overall recovery of this condition, we have a metallurgical recovery of 20%, indicating that removing the fines and ultrafines increases flotation performance but reduces the use of the material.

KEYWORDS: Reuse of tailings, zinc, flotation

1. INTRODUÇÃO

Segundo o ILZSG – International Lead and Zinc Study Group, o zinco é empregado globalmente nas áreas de construção civil, transporte, bens de consumo e engenharia. Mais de 50% desse metal é utilizado nos processos de galvanização, que têm como principal objetivo minimizar a corrosão e aumentar a vida útil das superfícies metálicas (aço e ferro fundido). Além disso, o zinco também é empregado na fabricação de ligas, com cobre e alumínio, produção de produtos químicos e semimanufaturados, como cabos e chapas. (Sumário Mineral, 2016).

A Nexa está entre as 5 maiores produtoras de zinco do mundo e ocupa a posição de liderança na América Latina. No Brasil, a empresa conta com duas minas de zinco representadas pelas unidades de Morro Agudo e Vazante, onde são lavrados os minérios sulfetados e silicatados de zinco, respectivamente. Atualmente a unidade de Vazante está entre as 10 maiores minas do mundo e possui a maior reserva brasileira, tendo como principal mineral-minério a willemita (Zn_2SiO_4).

O processamento do minério de Vazante envolve as etapas de britagem, moagem e flotação como pode ser visto na Figura 1.

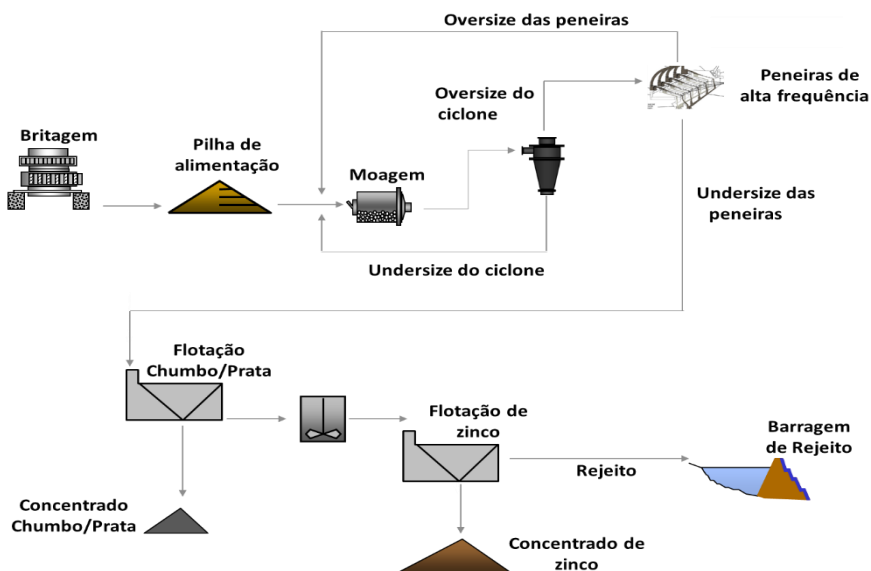


Figura 1: Circuito simplificado do processo de beneficiamento de zinco.

A concentração dos minerais de zinco em Vazante é realizada por flotação em células mecânicas. Esse processo constitui-se na separação dos minerais presentes na polpa de minério através da utilização de reagentes químicos que atuam na superfície dos minerais, para que a separação seja efetiva. Os reagentes adicionados tornam a superfície do mineral de interesse hidrofóbica, permitindo que o mesmo seja coletado pelas bolhas de ar presentes na polpa. Entretanto além dos reagentes empregados na flotação, existem outros parâmetros que influenciam na performance da flotação, como por exemplo, o grau de liberação, o mineral de interesse, a granulometria, os minerais de ganga, a presença de finos e ultrafinos e parâmetros de processo.

O circuito de flotação da usina de Vazante sempre gerou concentrados de excelente qualidade. Entretanto, durante o beneficiamento de minério calamínico (1969 a 2001) foram gerados rejeitos com alto teor de zinco devido a elevada presença de finos e a dificuldade em

recuperar esse material. A barragem que recebeu este rejeito é conhecida como Barragem Antiga e pode ser vista na Figura 2A. A mesma foi desmobilizada em 2001 e atualmente estima-se que contenha 5 milhões de toneladas com teor de 5,30 % de zinco.

A Barragem Aroeira, apresentada na Figura 2B, é a atual barragem utilizada para a disposição de rejeito em Vazante. Ela recebe o material proveniente do beneficiamento de minério willemítico e está em operação desde 2001. Estimativas preliminares apontam que essa barragem possua 16 milhões de toneladas com teor de 3,78% de zinco.



Figura 2: A – Imagem de satélite da Barragem Antiga no fim de vida útil; B – Imagem atual da Barragem Aroeira

A redução do teor de zinco da mina de Vazante ao longo dos anos vem estimulando a busca por novas alternativas para o aproveitamento de minérios com teores mais baixos. Aliado a isso e ao desenvolvimento sustentável, muitos estudos têm sido conduzidos para recuperar metais provenientes de barragens de rejeito. Esse fato pode proporcionar aumentos de produção, extensão da vida útil de complexo mineiro e também reduzir os impactos ambientais, contribuindo para uma mineração sustentável (RUSSO et. al., 2008).

Este trabalho tem como principal objetivo caracterizar o rejeito das barragens de Vazante e, através de ensaios de flotação em escala de bancada, estudar possíveis rotas para recuperação de zinco desta fonte alternativa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os ensaios deste trabalho foram conduzidos no laboratório de processos da Nexa na Unidade de Vazante, com exceção da caracterização mineralógica que foi realizada no laboratório de Microscopia da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG.

Para realização deste estudo, foram coletadas amostras de rejeito das barragens de Vazante. A coleta foi feita por meio do aproveitamento de amostras de furos de sonda que já haviam sido feitas nas barragens para avaliação do potencial de teor e volume das mesmas. A utilização de amostras geo-referenciadas ao invés de simples amostras pontuais garantiu a representatividade das mesmas e a robustez dos resultados obtidos nos ensaios de concentração mineral que foram realizados. Coletou-se 50 kg da barragem Aroeira e 50 kg da

barragem Antiga. Em seguida o material foi homogeneizado separadamente e foram coletadas amostras para granuloquímica e caracterização mineralógica.

As amostras para caracterização mineralógica foram enviadas para análise no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV/EDS) com Mineral Liberation Analyzer (MLA), Modelo 66550 F da marca FEI, na UFMG.

A análise granulométrica a úmido foi realizada com uma alíquota de 1000 g para as seguintes faixas de tamanho: (-0.209 + 0.150) mm; (-0.150 + 0.106) mm; (-0.105 + 0.074) mm; (-0.074 + 0.052) mm; (-0.052 + 0.044) mm; (-0.044 + 0.038) mm; (-0.038 + 0.020) mm e (-0.020) mm. As amostras geradas pela granulometria foram analisadas no Espectrofotômetro de Absorção Atômica. Este equipamento foi utilizado para todas as demandas de análise química que surgiram durante o estudo.

Após analisar os resultados de química por faixa granulométrica, determinou-se as condições em que os ensaios foram realizados, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1: Condições experimentais

	BAR-T1	BAR-T2	BAR-T3	BAN-T1	BAN-T2	BAN-T3
Granulometria	42% retido em 0,150mm	12% retido em 0,150mm	42% retido em 0,150mm	16% retido em 0,150mm	100% retido em 0,020mm	100% retido em 0,074mm
Dispersante (g/t)	420	420	420	520	520	520
Ativador (g/t)	1800	1800	1800	3500	3500	3500
Amina (g/t)	130	130	210	131	131	131
Espumante (g/t)	80	80	80	80	80	80
pH	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5

Os ensaios de flotação em escala de bancada foram realizados em célula mecânicas, em circuito aberto, e compostos de 8 etapas de concentração em série.

A amostra foi alimentada a célula de flotação e submetida ao Condicionamento 1 para adequação de pH e condicionamento dos reagentes, onde o ativador foi o sulfeto de sódio, o coletor a amina, o dispersante o AGLP e como espumante o Mibcol.

Em seguida iniciou-se a primeira etapa de concentração onde foram gerados os concentrados C1 e C2. Os mesmos foram separados e rejeito alimentou a etapa seguinte. Esse procedimento se repetiu até a etapa 4 e posteriormente, conforme pode ser visto no fluxograma apresentado na Figura 3, foram gerados apenas um concentrado por etapa até a obtenção do rejeito final na etapa 8.

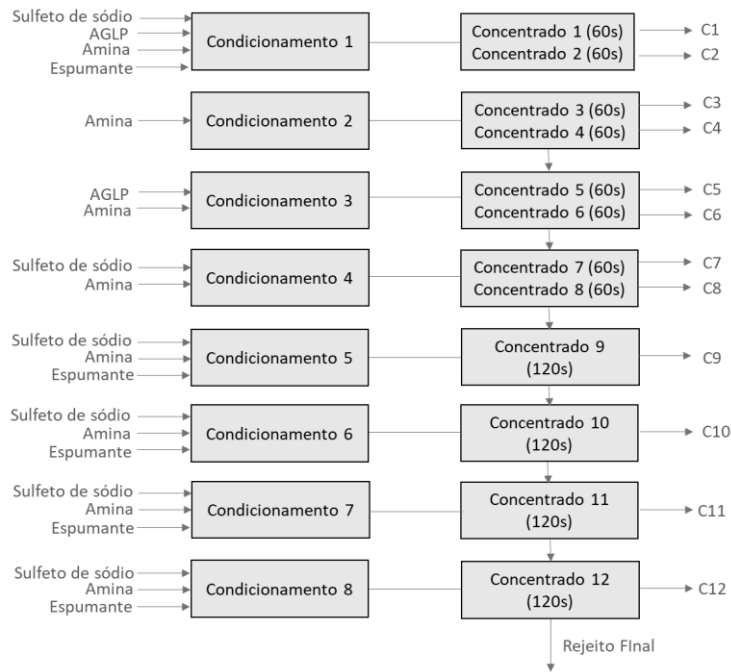


Figura 3: Fluxograma da flotação de bancada.

Após a análise dos teores de concentrado e rejeito, calculou-se o teor de zinco no concentrado final e a recuperação metalúrgica considerando uma média ponderada de todos os concentrados (C1 até C12).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 4 pode-se observar a liberação das partículas de willemita, tanto para a barragem Aroeira quanto para a Antiga. Em ambas, o rejeito apresentou entre 70% e 80% de willemita altamente liberada, o que era esperado uma vez que esse material já havia passado por processo de moagem e flotação.

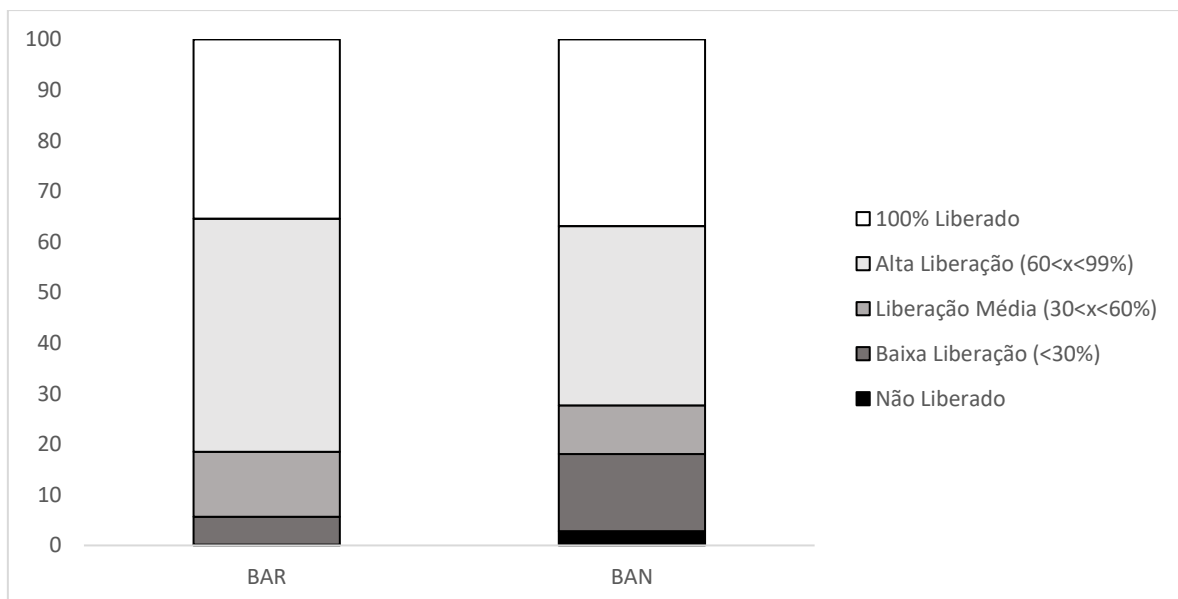


Figura 4: Liberação da Willemita na barragem Aroeira (BAR) e barragem Antiga (BAN).

Além de compreender como está a liberação da willemita é importante avaliar como o zinco está distribuído nas faixas granulométricas. Esses resultados podem ser analisados na Figura 5 onde é possível observar que na barragem Aroeira os maiores percentuais de zinco encontram-se na faixa de 0.212 a 0.074 mm, ou seja 83% do zinco está na faixa mais grosseira. Baseado nesse resultado, identificou-se a oportunidade de realizar o ensaio com moagem do rejeito, uma vez que no processo atual de Vazante a especificação de granulometria, na alimentação da flotação, é 12% retido em 0.150 mm para alcançar a especificação de teor de concentrado (39%) e recuperação metalúrgica (85%).

Por outro lado, ao analisar a distribuição de zinco para o material da barragem Antiga, observou-se que mais de 48.69% do zinco encontra-se na fração abaixo de 0.020 mm e esse fato caracteriza um grande desafio para recuperar esse material, pois a presença de finos e ultrafinos impacta negativamente o desempenho da flotação.

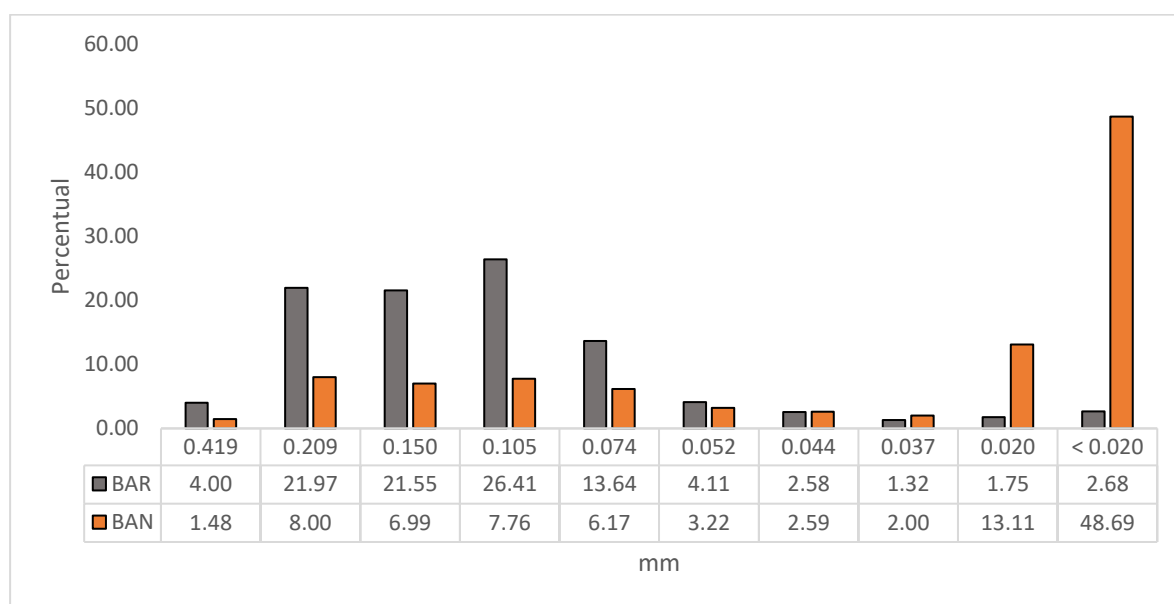


Figura 5: Distribuição e zinco nas barragens

Nas Figuras 6 e 7 encontram-se os resultados de flotação de bancada para os materiais das barragens Aroeira e Antiga, respetivamente.

Analisando a Figura 6 nota-se que o ensaio BAR-T1 apresentou o maior teor de zinco no concentrado, 31.90%. Entretanto em relação a recuperação metalúrgica houve uma queda de 10 pontos em relação aos ensaios BAR-T2 e BAR-T3.

Em geral, o melhor desempenho dos ensaios BAR-T2 e BAR-T3 em relação ao BAR-T1 ocorreu pelo fato que no primeiro a moagem favoreceu a liberação da willemita beneficiando a flotação. No segundo a maior dosagem de reagentes propiciou as partículas mais grossas uma maior probabilidade de adesão das partículas as bolhas e logo um aumento da recuperação metalúrgica.

O ensaio BAR-T2 apresentou uma recuperação metalúrgica de 79,30 % e teor de concentrado de Zn de 28.90% e foi considerado como aquele com a melhor performance de flotação.

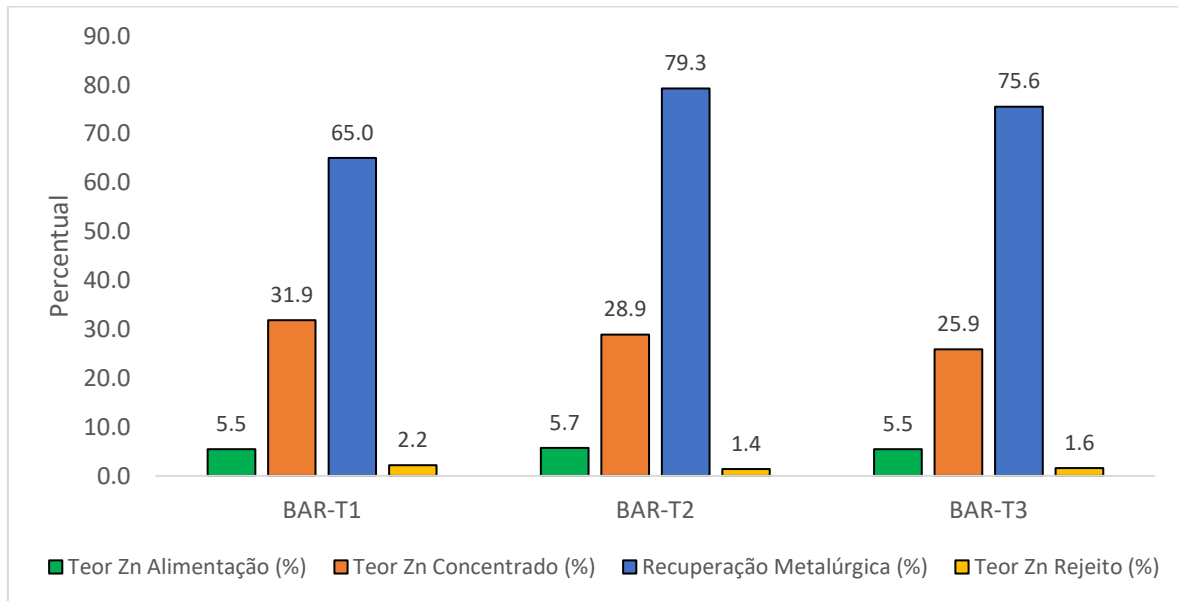


Figura 6: Resultados de Flotação: barragem Aroeira.

Analisando os resultados da barragem Antiga, descritos na Figura 7, nota-se que o ensaio BAN-T1 apresentou baixo fator de enriquecimento, 1.39, e elevado teor de Zn no rejeito, 4.1%. Isso demonstra que aproveitar o material tal qual é coletado na barragem não é uma boa alternativa uma vez que essa condição demonstrou dificuldade de enriquecimento e elevada perda de Zn no rejeito.

Apesar o teor de concentrado do ensaio BAN-T3 ter sido igual a 10.2% de Zn, o fator de enriquecimento foi de 3.64 e teor de rejeito foi de 1.6, indicando que a maior parte do Zn foi recuperado no concentrado. Avaliando a recuperação metalúrgica, nota-se que mesmo alcançando um valor de 48.1%, quando se considera a perda de Zn ocasionada pela remoção do material com granulometria abaixo de 0.020 mm, a recuperação global passa a ser de 24%, uma vez que 50% do Zn encontra-se abaixo de 0.020 mm.

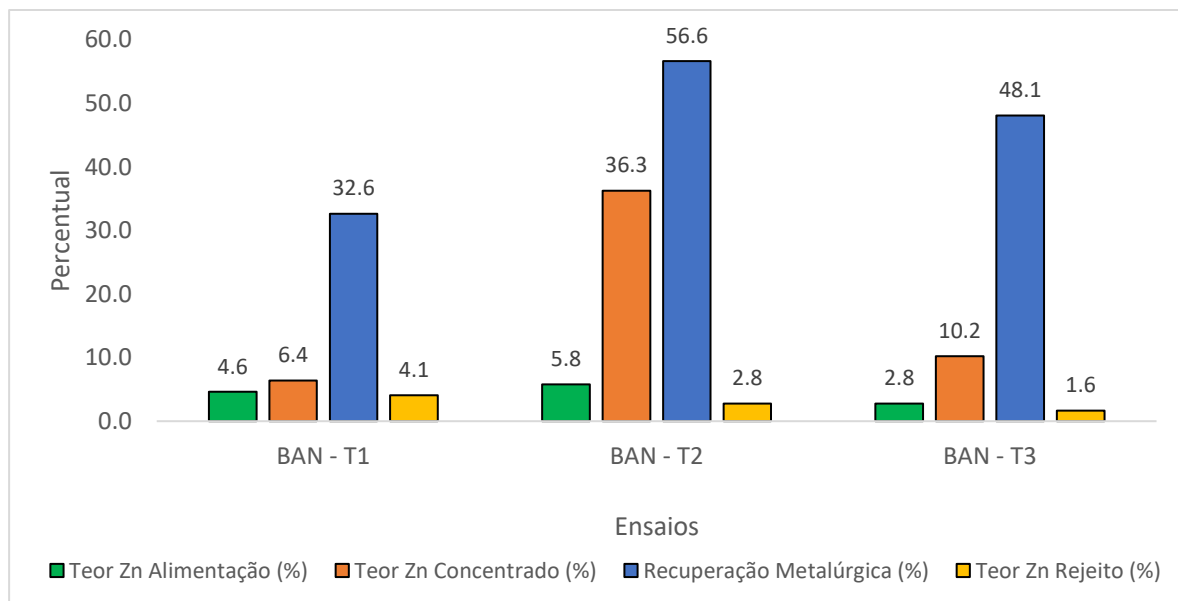


Figura 7: Resultados de Flotação: barragem Antiga.

O ensaio BAN-T2 apresentou o melhor resultado de teor de concentrado e recuperação metalúrgica de Zn. Isso ocorreu pois nessa condição foi possível remover a elevada quantidade de finos e ultrafinos, o que permitiu o aumento da seletividade do processo e do teor de Zn no concentrado. Entretanto, como 60% do Zn encontra-se abaixo de 0.052 mm a recuperação metalúrgica global desse ensaio foi 20%, um valor reduzido em termos de processo.

4. CONCLUSÕES

Avaliando os resultados dos ensaios com o rejeito da barragem Aroeira concluiu-se que a moagem desse material antes de submetê-lo a etapa de flotação é a melhor opção de rota de processo para que se consiga aproveitar o potencial desse material e alcançar bons resultados de desempenho na flotação.

Em termos gerais, as rotas de processo testadas para a barragem Antiga indicam que devido à elevada presença de finos e ultrafinos no material, é necessária uma etapa de deslamagem para a obtenção de uma boa performance de flotação. No entanto, devido a elevada quantidade de zinco nas frações mais finas estudos ainda precisam ser conduzidos para reduzir a perda de Zn nessas frações.

A partir dos resultados obtidos nesse trabalho foi possível viabilizar o aproveitamento de rejeito na Usina de beneficiamento de Vazante. Em 2019 a Unidade de Vazante obteve a licença ambiental para lavar 70.000m³ de rejeito da barragem Aroeira. Esse material está previsto para alimentar a usina em dois anos e, recuperação metalúrgica global de 50%, gerará 1520 t/ano de zinco contido.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Nexa Resources por acreditar nessa iniciativa e pelo apoio na execução desse trabalho.

Agradecemos também a todos os membros da Equipe de Tecnologia e Processos da Unidade de Vazante.

6. REFERÊNCIAS

ANM – Agência Nacional de Mineração. Sumário Mineral 2016. Available from <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2016>.

BALTAR, C. A. M. Flotação de minérios oxidados de zinco uma revisão da literatura. Brasília: DNPM, 1980.

NEXA RESOURCES. Relatório Anual Nexa Resources S.A. 2018. Available from <https://www.nexareport.com/2018/>

RUSSO, M. L. C., ULIANA, A., GOIS, L. PEREIRA, C. A. A influência da granulometria na flotação de rejeito de minério de zinco. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 2008, 61(2): 193-196.